AUS DER MED. POLIKLINIK DER UNIVERSITAET BASEL
DIREKTOR: PROF. DR. EGGER

Untersuchungen über die Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes und des Blutnatriums unter verschiedenen Bedingungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

JAKOB GERMAN

aus Eschereni

(Litauen)

IMPRIMERIE A. KNECHT MULHOUSE 1928

AUS DER MED. POLIKLINIK DER UNIVERSITAET BASEL
DIREKTOR: PROF. DR. EGGER

Untersuchungen über die Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes und des Blutnatriums unter verschiedenen Bedingungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
JAKOB GERMAN
aus Eschereni
(Litauen)

IMPRIMERIE A. KNECHT MULHOUSE 1928

Von der medizinischen Fakultät Basel
genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. Alfr. Gigon

MEINEN LIEBEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546714_0050

Die vorliegenden Untersuchungen stellen die Fortsetzung einer Reihe von Versuchen dar die im Laboratorium der Med. Universitäts-Poliklinik Basel gemacht wurden, zur Prüfung der Schwankungen der Blutreaktion, unter verschiedenen Bedingungen. Bekanntlich hat die Jonentheorie in den letzten Jahren an Bedeutung wesentlich gewonnen. Aus dem hiesigen Laboratorium sind eine Anzahl von Arbeiten erschienen denen die Methodik der Wasserstoffionen-konzentrationsbestimmung nach Michaelis zugrunde liegt. Es handelt sich in diesen Arbeiten meist um den Einfluss von Nahrung und gewisser Nahrungsstoffe auf den Aciditätsgrad des Blutes (Gigon 1925) Gigon und Brauch 1926).

In der vorliegenden Arbeit haben wir den Einfluss verschiedener Salze auf die Reaktion des Blutes verfolgt.

Ferner hielten wir es für wertvoll Natrium Bestimmungen im Blute durchzuführen, da zugleich mit uns Kollege Scher die Chlor Bestimmungen an den gleichen Tieren durchführte.

Bekanntlich hat in der letzten Zeit Blum (Strassburg) sehr wertvolle Versuche zur Prüfung der Schwankung der Na- wie auch der Cl-ionen im Blute und Harn durchgeführt. Er hat darauf hingewiesen dass das Chlor im Organismus nicht die Hauptrolle spielt welche ihm bisher zugeschrieben wurde, dass hingegen das Natrium, das hauptsächlich regulierende Element der Hydratationsvorgänge ist, und dass eine Diskrepanz zwischen Na- und Cl-ionen im Organismus bestehen kann, dass eine Anreicherung von Cl-ionen ohne einer solchen von Na-ionen eintreten kann und umgekehrt. Zur Uebersicht unserer Resultate und zur leichteren Verwertung derselben haben wir in unseren Tabellen die Chlor Analysen von Scher mitverwertet, wofür wir ihm bestens danken.

Methodisches.

Zur Bestimmung des Blut-PH haben wir die Chinhydron-Methode von Schaefer und Schmidt angewandt. Wir sind uns wohl bewusst, dass wir mit dieser Methode keineswegs das exakte reduzierte oder das regularisierte PH erhalten. Das Blut erhält durch Chinhydron-Zusatz geringe Veränderungen, die bisher noch nicht genau analysiert wurden. Immerhin dürften unsere Zahlen Anhaltspunkte liefern, nach welcher Richtung das Blut-PH sich nach einem Eingriff bewegt. Wichtig erscheint uns zu Gunsten der Methode der Umstand, dass unsere Zahlen stets reproduzierbar sind und dass die Schwankungen in den Serienversuchen stets nach der gleichen Richtung verlaufen und die gleiche Intensität aufweisen. Es handelt sich in dieser Arbeit um Serienversuche im Blute vor und nach Darreichung von verschiedenen Stoffen an normal und an vorbehandelten Kaninchen. Wir werden nicht fehl gehen wenn wir unsere Zahlen am ehesten mit den Werten des regularisierten PH der Hasselbalchsche Nomenklatur identifizieren. Die Versuche an Normalkaninchen beginnen gewöhnlich morgens 7-8 Uhr. Bei der Bestimmung des Blut-PH wird immer die Temperatur berücksichtigt.

Vor Beginn der Blutmessungen wird eine tägliche Kontrolle der Apparatur vorgenommen. Die Bestimmung geschieht folgendermassen. Das Blut aus der Ohrvene des Kaninchens wird mittels einer Capillarpipette, die vor der Entnahme mit Paraffin gefüllt wird, entnommen. In die Vergleichselektrode wird eine geringe Menge Chinhydron, ca. 0.01 gr. in Substanz gegeben dann ca. 3 ccm. einer 0;01 n HCL+0.09n KCL Lösung zugefügt.

Die Chinhydronelektrode wird mit destill. Wasser gespült, nachher mit einem Tropfen 0,8% NaCL+0,1% Natriumoxalatlösung angefeuchtet.

Danach wird eine geringe Menge Chinhydron hinzugetan. In die unmittelbar vorher vorbereitete Elektrode wird das frisch gewonnene Blut gegeben, wobei geachtet wird, dass sich im Blute keine Luftbläschen bilden.

Die so vorbereitete Elektrode wird mittels eines mit KCL-Agar-Agar gefüllten Glasrohr mit der Vergleichselektrode verbunden. Nach der abgeschlossenen Vereinigung wird von beiden Platinelektroden über die Kompensations-Apparatur hinweg der Strom geschlossen. Das PH wird berechnet nach der Formel $P_{H18^0}=2{,}04+\frac{\pi}{0{,}0577}$. 2,04 ist der Wasserstoffexponent PH der Lösung 0,01nHCL+0.09nKCL. ist die gemessene Potentialdifferenz ausgedrückt in Volt.

Die Na-ionen Bestimmung ist bei den gleichen Tieren die zur Blut-P_H Bestimmung dienten vorgenommen worden.

Alle Messungen sind doppelt ausgeführt d. h. es werden immer 2U-Röhrchen mit dem Blute desselben Tieres am gleichen Versuche beschickt. Das Glas der Röhrchen ist so konstruirt, dass im gleichen Gefäss die Einengung und Oxydation, wie auch die Centrifugierung stattfinden kann.

Zur Bestimmung des Na-ionen Gehaltes haben wir die Titrimetrische Methode nach Ernst Tschopp angewandt.

Die organische Substanz wird mit conc. Salpetersäure zerstört und mit dem Ballschen Reagenz versetzt. Das Natriumion wird dann als schwerlösliches Natrium-cäsium-wissmutnitrit gefällt und in einer von Schwefelwasserstoff befreiten Leuchtgasatmosphäre 24 Stunden in der Kälte stehen gelassen. Der Niederschlag wird mit einer gemessenen Menge von 0,1n Kaliumpermanganat oxydiert.

Ball'sches Reagenz besteht aus einer Natriumfreier Kaliumnitrit-Salpetersäurelösung die Wissmutnitrat enthält und Cäsiumnitratlösung. Das Reagenz wird folgendermassen hergestellt; 30 gr. Natriumfreies Kaliumnitrit werden in 60 ccm. destill. Wasser aufgelöst. In dieser Lösung wird eine Salpetersäurelösung die 3 gr. Wissmutnitrat enthält hinzugegeben. Dann wird eine Cäsiumnitratlösung die 1,6 gr. $CSNO_3$ und 2n Salpetersäure enthält hinzugefügt und auf 100 ccm. aufgefüllt. Die Lösung muss durchsichtig klar und orangegelb sein. Unter Paraffinum liquidum lässt sich das Reagenz in der Kälte lange unzersetzt aufbewahren.

Die Bestimmung des Natrium-Gehaltes im Blute geschah folgendermassen. Mit einer Mikropipette wird aus der Ohrvene des Kaninchens 0,1 ccm. Blut abgesogen und sofort in ein besonderes Röhrchen hineingebracht. Diese Blutmenge wird sofort mit 3 ccm. conc. Salpetersäure versetzt. Dann wird die Mischung auf der Gasflamme vorsichtig erwärmt und eingeengt. Nach der Einengung werden einige Tropfen Perhydrol und 3 ccm. conc. HNO_3 wieder zugegeben und auf der Gasflamme vorsichtig eingeengt. Die gleiche Prozedur wird ein drittes Mal ausgeführt. Nach der Abkühlung wird in jedes Röhrchen 3 ccm. Ball'sches Reagenzlösung zugegeben und 24 Stunden im Eisschrank stehen gelassen.

Nach dieser Zeit werden die Röhrchen aus dem Eisschrank genommen, die an der Wand des Röhrchens anhaftenden Partikelchen mit einem Glasstäbchen behutsam in die Mischung zurückgebracht und das Ganze 5 Minuten lang centrifugiert. Nach dem Centrifugieren wird die überstehende klare Flüssigkeit mit der Wasserstrahlpumpe abgesogen.

Um die Wandungen abzuspülen wird jedes Röhrchen mit 3 ccm. Aceton-Mannitlösung aufgefüllt, wieder centrifugiert und die obenstehende klare Flüssigkeit wieder abgesogen.

Letztere Prozedur wird 4 mal wiederholt.

Vor der Titrierung wird in jedes Röhrchen 3 ccm. 0,1n Kaliumpermanganatlösung und 1-2 ccm. 20% H_2SO_4 zugegeben Die Mischung wird mit einem Glasstab gerührt. Dann werden die Röhrchen im Wasserbad 1-2 Minuten erwärmt und 0,1n Natriumoxalatlösung bis zur völligen Entfärbung zugegeben.

Der Oxalatüberschuss wird durch Titration mit 0,1n Kaliumpermanganat-Lösung bis Rosafarbe bestimmt.

Die Anzahl verbrauchten ccm. 0,1 Kaliumpermanganatlösung mit 0,23 multipliziert, ergibt die Anzaht mgr. Natrium in 0,1 ccm. Blut.

Ergebnisse.

Einzelversuche an Normaltieren.

Einfluss des Wassers.

Zuerst haben wir den Einfluss der Wasserzufuhr per os untersucht. In Uebereinstimmung mit früheren Versuchen von Gigon und Brauch mit der Wasserstoffelektrode ergeben die Untersuchungen mit der Chinhydronelektrode ein Sinken des Blut-P_H nach Wasserzufuhr.

Die Säuerung des Blutes beginnt schon in den ersten 15 Minuten nach der Darreichung von Wasser, und hat 45 Minuten nach der Eingabe das Maximum erreicht. Sie kann dann längere Zeit unverändert bleiben. Der Na-Gehalt steigt in den ersten 45 Minuten an um sich dann langsam dem Ausgangspunkte zu nähern.

Versuch N⁰ 1. Kan. 37

Zeit Uhr	Min.	Blut-P_H= :	$Na^0/_0$
2.	15	7.90	0.540⁰/₀
2.	35	100 ccm. Wasser per os	
2.	50	7.83	
3.	20	7.78	
3.	45	7.83	
3.	50	7.82	
4.	15	7.80	0,586
4.	35	7.85	
5.	15	7.85	0.567⁰/₀

Versuch N⁰ 2 Kan. 46

Zeit Uhr	Min.	Blut-P_H
8.	40	7.83
9.	15	100 ccm. Wasser per os
9.	20	7.77
9.	50	7.71
10.	20	7.71
10.	50	7.72
11.	35	7.72
14.	35	7.72

Einfluss des Alanins.

Wir haben 2 Versuche mit Alanin vorgenommen. Einem Tiere wurden 2 gr. Alanin auf 5 ccm. Wasser subcutan injiziert, den anderen 3 gr. auf 20 ccm. H_2O per os zugeführt. Die Messungen bei beiden Tieren haben eine Steigerung des

Blut-P_H ergeben. Die Alkalisierung ist nicht hochgradig und von kurzer Dauer.

Eine Stunde nach der Darreichung ist der Ausgangspunkt wieder erreicht.

Versuch N° 3 Kan. 55

Zeit Uhr	Min.	Blut-P_H	
8.	25	7.88	
8.	35	2 gr. Alanin subc. auf 5 ccm. H_2O	
9.	—	8.03	
9.	45	7.86	
10.	35	7.86	

Versuch N° 4 Kan. 46

Zeit Uhr	Min.	Blut-P_H	
8.	10	7.82	
8.	30	3 gr. Alanin auf 20 ccm. H_2O per os	
8.	45	7.91	
9.	10	7.89	
9.	55	7.83	
11.	30	7.82	

Wirkung des Kochsalzes.

Was die Wirkung des Chlornatriums per os anbetrifft ergeben unsere Versuche folgendes:

Das Blut-P_H sinkt schwach. Die Wirkung scheint von kurzer Dauer zu sein, denn 2 Stunden nach der Darreichung ist das Blut-P_H wieder normal, d. h. wie vor der Verabreichung. Das Na steigt ziemlich beträchtlich an und scheint langsam ausgeschieden zu werden, denn nach 2 Stunden, 10 Minuten ist der Na-Gehalt noch ziemlich hoch. Das Chlor-ion verhält sich ähnlich.

Beispiele.

Versuch N° 5 Kan. 40

Zeit Uhr	Min.	Blut-P_H	Na. %	Cl. %
8.	15	7.81	0.437	0.348
8.	30	3 gr. NaCl. auf 25 ccm. H_2O per os		
8.	45	7.72		
9.	30	7.74	0.506	0.434
10.	15	7.77	0.506	0.443
11.	—	7.81		
11.	45	7.81	0.529	0.454

Versuch N⁰ 6 Kan. 52

Zeit Uhr	Min	Blut-PH
8.	30	7.78
8.	55	3 gr. NaCL auf 25 ccm. H_2O per os
9.	10	7.70
9.	30	7.68
10.	00	7.68
10.	45	7.76
11.	45	7.77

Wirkung der HCL-Zufuhr.

Die vorgenommenen Untersuchungen mit 3 ccm. $^1/_2$n HCL per os zeigten ein deutliches Sinken des Blut-PH. Die Wirkung ist von kurzer Dauer, Natrium bleibt fast unverändert, während Chlor eine vorübergehende Steigerung zeigt.

Versuch N⁰ 7 Kan. 40

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl %
8.	20	7.88	0.678	0.327
9.	15	3 ccm. $^1/_2$n HCL per os		
9.	25	7.80	0.679	0.408
9.	40	7.85		
10.	30	7.85	0.700	0.360
11.	50	7.90		0.368

Versuch N⁰ 8 Kan. 41

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
8.	55	7.90
9.	10	3 ccm. $^1/_2$n HCL per os
9.	20	7.68
9.	35	7.71
10.	05	7.84
10.	35	7.84

Einfluss des Traubenzuckers.

Wir haben einem Tier 10 ccm. 40% Traubenzucker-Lösung subcutan injiziert, einem zweiten 20 gr. Traubenzucker auf 40 H_2O per os zugeführt. In beiden Fällen sinkt das Blut PH. Die Wirkung kann stundenlang anhalten.

Die starke Senkung des Blut-PH nach Darreichung von Traubenzucker stimmt mit den Ergebnissen von Gigon überein. (Zeitschr. f. d. Exp. Med. 44. 95. 1924).

Beispiele.

Versuch N⁰ 9 Kan. 53

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
11.	30	7.82
1.	30	10 ccm. 40% Traub. Zucker subcut.
2.	—	7.63
2.	50	7.74
4.	—	7.73

Versuch N⁰ 10 Kan. 46

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
8.	20	7.88
8.	25	20 gr. Tr. Zucker per os auf 40 ccm. H_2O
8.	50	7.72
9.	30	7.70
10.	15	7.69
11.	30	7.69

Einfluss des Natriumbicarbonats.

Die 2 Versuche die wir mit Zufuhr von 2 gr. Natr. Bic. auf 20 ccm. H_2O per os vorgenommen haben ergaben ein Sinken des Blut-PH. Die Wirkung ist von langer Dauer. Während auf die Na-ionen Natr. bic. keine deutliche Wirkung erzeugt scheint es auf die Cl-ionen eine leichte Steigerung auszuüben.

Versuch N⁰ 11 Kan. 39

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl. %
9.	20	7.90	0.557	0.352
9.	50	2 gr. $NaHCO_3$ auf 20 ccm. H_2O per os		
10.	—	7.60		
10.	20	7.70	0.540	0.373
10.	45	7.75		0.310
11.	20	7.79	0.552	0.309
11.	45	7.87		
14.	—	7.87		
14.	30	7.88		

Versuch N⁰ 12 Kan. 46

Zeit		Blut-P_H	
Uhr	Min.		
8.	05	7.96	
8.	30	2 gr. $NaHCO_3$ auf 20 ccm. H_2O per os	
9.	10	7.74	
9.	45	7.84	
10.	25	7.86	
11.	—	7.89	
11.	30	7.89	

Wirkung des Natriumcarbonats.

Die 2 Salze Natr. bic. und Natr. carbonat per os verabreicht üben auf das Blut-P_H eine entgegengesetzte Wirkung aus. Während Natr. bic. wie wir gesehen haben, ein leichtes Sinken des Blut-P_H verursacht, wirkt Natr. Carbon. in entgegengesetzter Richtung und zwar steigend auf das Blut-P_H ein. Die Wirkung ist auch hier von langer Dauer. Natriumcarbonat vermag also eine Alkalose des Blutes zu erzeugen, was mit der gleichen Dosis Natriumbicarbonat zum mindestens nicht erreicht wird.

Versuch N⁰ 13 Kan. 92

Zeit		Blut-P_H	
Uhr	Min.		
8.	10	7.82	
8.	55	2 gr. Natr. Carb. auf 20 ccm. H_2O per os	
9.	05	7.84	
9.	25	8.07	
9.	55	7.99	
10.	45	7.95	
11.	20	7.90	

Versuch N⁰ 14 Kan. 107

Zeit		Blut-P_H	
Uhr	Min.		
9.	05	7.68	
9.	30	2 gr. Natr. Carb. auf 200 ccm. H_2O per os	
9.	50	7.94	
10.	20	7.77	
11.	—	7.75	
12.	—	7.77	
13.	30	7.72	
15.	30	7.70	

Einfluss des Na_2SO_4

Na_2SO_4 per os erzeugt nach der Chinhydronmethode gemessen eine Acidose des Blutes.

Eine Stunde nach der Fütterung steigt das Blut-PH wieder an. Na-ionen weisen eine geringgradige Zunahme auf.

Versuch N⁰ 15 Kan. 39

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %
8.	15	7.83	0.556
9.	35	3 gr. Na_2SO_4 per os auf 25 ccm. H_2O	
9.	50	7.76	
10.	05	7.67	0.569
10.	35	7.71	
11.	05	7.76	0.569
11.	35	7.83	0.610

Versuch N⁶ 16 Kan. 46

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
8.	20	7.98
8.	35	3 gr. Na_2SO_4 per os auf 25 ccm. H_2O
9.	—	7.93
9.	25	7.70
9.	55	7.79
10.	30	7.79
11.	30	7.81
12.	50	7.87

Einfluss des KCL

KCL per os übt eine sehr prompte und intensive Wirkung aus. Das Blut wird sauer.

Das Maximum der Wirkung ist nach 30-40 Minuten erreicht. Die Acidosis ist stets sehr ausgesprochen, dauert etwa 2 Stunden.

Beispiele.

Versuch N⁰ 17 Kan. 87

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
9.	15	7.71
9.	30	3 gr. KCL auf 40 ccm H_2O per os
10.	—	7.50
10.	15	7.52
10.	30	7.62
11.	—	7.62
11.	45	7.71
14.	30	7.72
17.	—	7.70

Versuch N⁰ 18 Kan. 105

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
10.	—	7.78
10.	10	3 gr. KCL in 40 ccm. H_2O per os
10.	30	7.61
10.	50	7.59
11.	30	7.59
12.	—	7.63
12.	30	7.69
16.	50	7.74
17.	10	7.78

Einfluss des Ammonium-Chlorids.

Ammoniumchlorid per os erzeugt ein deutliches Sinken des Blut-PH.

Seine Wirkung ist von relativ langer Dauer. Die acidotische Wirkung des Chlorammoniums ist schon bekannt. Unsere Resultate sprechen ebenfalls dafür.

Na- und Chlor steigen an. Die Steigerung von Chlor scheint etwas ausgesprochener zu sein als diejenige des Natriums.

Versuch N⁰ 19 Kan. 41

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl %
8.	35	8.02	0.598	0.355
8.	50	2 gr. NH_4CL per os auf 20 ccm. H_2O		
9.	05	7.88	0.667	0.405
9.	50	7.83	0.678	0.440
10.	20	7.83		
10.	50	7.76	0.667	0.390
11.	20	7.80		
11.	50	7.86	0.690	0.507
2.	30	7.86		
3.	30	7.86	0.621	0.436
4.	15	7.86		
5.	—	7.86		

Versuch N⁰ 20 Kan. 41

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
8.	35	7.87
9.	—	1.5 gr. NH_4Cl per os auf 25 ccm H_2O
9.	15	7.73
9.	35	7.87
10.	15	7.85
11.	—	7.78
12.	—	7.82

Wirkung des Harnstoffs beim Normaltier.

Die vorliegenden Versuche 21 und 22 zeigen dass das Blut-PH nach Darreichung von 10. gr. Harnstoff auf 20 ccm. H_2O per os beträchtlich sinkt. Schon 10 Minuten nach der Darreichung zeigt sich ein deutliches Sinken, das ca 3 Stunden später den tiefsten Grad erreicht. Die Werte steigen dann langsam wieder an.

Die Wirkung auf Na und Chlor scheint eine geringe zu sein, es macht sich nur in beiden Fällen eine geringgradige Steigerung bemerkbar.

Versuch N⁰ 21 Kan. 37

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl %
8.	50	7.99	0.598	0.358
9.	—	10 gr. Harnstoff per os auf 20 ccm. H_2O		
9.	10	7.74		
9.	30	7.81	0.632	0.386
10.	—	7.84		
10.	15	7.82	0.625	0.362
11.	10	7.75		
11.	45	7.62	0.610	0.360
11.	50	7.62		
2.	10	7.79		
2.	45	7.87		

Versuch N⁰ 22 Kan. 43

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
8.	50	7.84
9.	05	10 gr. Harnstoff per os auf 20 ccm. H_2O
9.	15	7.70
9.	30	7.79
10.	—	7.69
10.	45	7.70
11.	30	7.67
3.	20	7.82

Einfluss des Prim. Natrium-Phosphates und des sec. Natr. Phosph.

Die beiden Salze prim. Natr. Posph. und sec. Natr. Phosph. üben eine Wirkung in entgegengesetzter Richtung auf das Blut-PH ein. Wir erinnern hier an die oben erwähnten Versuche mit Natriumcarbonat und Natriumbicarbonat. Während das prim. Natr, Phosph. eine Säuerung des Blutes erzeugt, wirkt sec. Natr. Phosphat auf das letztere alkalisierend ein. Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, dass die Wirkung des prim. Natr. Phosphates relativ schnell einsetzt. Schon 15 Minuten nach der Darreichung hat das Blut-PH den niedrigsten Grad erreicht um langsam sich wieder zu erhöhen. Die Wirkung des sec. Natr. Phosphat setzt langsamer ein und das Maximum der Wirkung wird relativ spät nach der Darreichung erreicht.

Aus den Versuchen mit prim. Natr. Phosph. wie auch mit sec. Natr. Phosphat ist eine deutliche Diskrepanz zwischen Na-ionen und Cl-ionen zu sehen.

Während Na-ionen eine leichte Tendenz zum Sinken zeigen, verhalten sich die Cl-ionen in umgekehrtem Sinne.

Den tiefsten Grad der Senkung erreicht das Natrium relativ spät, während das Chlor viel schneller ansteigt.

Versuche mit prim. Natr. Phosphat N° 23 Kan. 40

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl %
8.	12	7.94	0.713	0.327
9.	15	5 gr. Na_2HPO_4 auf 20 ccm. H_2O per os		
9.	30	7.65		
9.	45	7.86	0.690	0.343
10.	—	7.86		
10.	30	7.86	0.640	0.395
11.	—	7.79	0.667	
11.	30	7.79		
11.	50	7.77	0.690	0.391
14.	15	7.77		
17.	20	7.92		

Versuch N° 24 Kan. 46

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH
9.	30	7.63
9.	40	5 gr. Na_2HPO_4 auf 20 ccm. H_2O per os
9.	55	7.47
10.	10	7.47
10.	50	7.59

Versuche mit sec. Natr. Phosphat. N° 25 Kan. 45

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	Na %	Cl %
8.	30	7.81	0.575	0.333
8.	45	5 gr. sec. Natr. Phosph. auf 20 ccm. H_2O per os		
9.	—	7.80		
9.	25	7.86	0.535	0.350
9.	45	7.86		
10.	15	7.86		
10.	40	7.92	0.460	0.345
11.	30	7.82	0.483	0.378

Versuch N⁰ 26 Kan. 44

Zeit Uhr	Min.	Blut-PH	
9.	15	7.89	
9.	35	5 gr. sec. Natr. Phosph. auf 20 ccm. H_2O	
9.	50	7.87	per os
10.	15	7.90	
10.	35	7.92	
11.	—	7.99	
11.	35	7.91	

Ergebnisse bei Dauerversuchen.

Einfluss des Trocken- und Grünfutters.

Der Einfluss der Nahrung auf die Blutzusammensetzung ist in der letzten Zeit Gegenstand der Forschung geworden. Als Nahrung welche eine Säuerung im Organismus erzeugt, wird der Hafer betrachtet. Es erschien uns interessant folgende Versuche beim Kaninchen auszuführen.

Es handelt sich um 2 Dauertiere. Das eine Kaninchen N⁰ 57 wurde während 13 Tagen mit Trockenfutter, (Hafer, Mais) behandelt und während dieser Zeit periodisch das Blut-PH gemessen. Dieses zeigte dabei eine langsame Senkung. Das Kaninchen 46 wurde zuerst während 13 Tagen mit Trockenfutter und daraufhin wieder 13 Tage mit Grünfutter, (Kraut) behandelt. Dabei zeigte während der Trockenfütterung das Blut-PH eine fortwährende Senkung, bei dem Wechsel auf Grünfutter eine prompte Steigerung, um auf das vor dieser Behandlung festgestellte Blut-PH langsam wieder herunter zu gehen.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass Trockenfutter das Blut-PH senkt, während Grünfutter eine entgegengesetzte Wirkung auf das letztere ausübt.

Diese Wirkungen, hauptsächlich was das Grünfutter anbetrifft, scheinen vorübergehender Natur zu sein. Der Körper stellt sich allmählich auf seinen gewöhnlichen PH-Wert wieder ein.

Versuch N⁰ 27 Kan. 57

Zeit Datum	Blut-PH	
27. 9	7.99	
	v. 27. 9 bis 8. 10	Trockenfutter, (Mais, Hafer)
29. 9	7.81	
4. 10	7.78	
6. 10	7.80	
8. 10	7.68	

Versuch N⁰ 28 Kan. 46

Zeit		
14.-27. 9	Blut-PH	Trockenfutter
14. 9	7.88	
20. 9	7.78	
22. 9	7.66	
27. 9	bis 9. 10	Grüfutter (Kraut)
29. 9	7.98	
4. 10	8.04	
6. 10	7.90	
9. 10	7.88	

Chromtier gefüttert mit NH_4Cl und Insulin.

Eine andere Gruppe von Versuchen stellten wir bei experimenteller Nephritis an.

Es erscheint a priori sehr wahrscheinlich, dass bei einer Schädigung der Nieren die Blut-Reaktion und Zusammensetzung Veränderungen erfahren. Der Versuch ist folgendermassen vorgenommen worden. Das Tier erhielt am 29. 7 1 ccm. 1% Kaliumchromat-Lösung subcutan. Die Messungen, die innert 13 Tagen nach der Injektion periodisch vorgenommen wurden haben eine leichte Senkung des Blut-PH ergeben. Das Kaninchen bekommt am 6 Tage nach der Darreichung von Kaliumchromat Eiweiss im Urin. Am 11. 8 bekommt das Tier 2 gr. NH_4Cl auf 20 ccm. H_2O per os verabreicht. Die darauf folgenden Messungen des Blut-PH zeigen eine bedeutende Senkung. Am 17. 8 wird dem Tier 2 ccm. Insulin subcutan injiziert. Nach 2 Stunden 45 Minuten bekommt es Krämpfe. Die vorgenommene Messung des Blut-PH ergibt keine nennenswerte Veränderung des letzteren. Na- wie auch Cl-ionen zeigen nach Darreichung von Kaliumchromat keine deutliche Veränderungen, während nach Darreichung von NH_4Cl per os beide beträchtlich ansteigen.

Versuch N⁰ 29 Kan. 38

Tage	Blut-PH	Na %	Cl %
29. 7	7.90	0.621	0.341
	1 ccm. 1% Kaliumchromat subcutan		
31. 7	7.90	0.609	0.343
2. 8	7.82		0.391
4. 8	7.77 Eiweiss in Urin		0.370
11. 8	7.82		0.357

	Uhr	Min.	Blut-P_H	Na %	Cl %
11. 8	8.	30	7.82	0.598	0.360
	8.	40	2 gr. NH_4Cl per os auf 20 ccm. H_2O		
	9	—	7.61	0.690	0.410
	9.	30	7.61		
	10.	30	7.61	0.690	0.448
	12.	—	7.47		
14. 8	9.	50	7.63		0.427
17. 8	9.	50	7.63		
	11.	50	7.51		
	12.	—	2 ccm Insulin		
	14.	50	7.50 Krämpfe		

Urantier, gefüttert mit NH_4Cl

Es handelt sich hier um ein Dauertier, welches zuerst mit 1 ccm. 0,25% Urannitrat subcutan behandelt war und 6 Tage darauf 2 Gr. Ammoniumchlorid per os bekommen hat.

Nach Verabreichung von Urannitrat zeigte sich keine nennenswerte Veränderung des Blut-P_H. Na-ionen zeigen eine leichte Senkung, während Cl-ionen innerhalb der Fehlerquellen steigen.

Ammoniumchlorid wirkt auf das Blut-P_H des kranken Tieres in der gleichen Richtung wie beim Normaltier, d. h. erniedrigend und von relativ langer Dauer. Die Na-ionen zeigen ungleichmässiges Verhalten. Die Cl-ionen steigen ziemlich hoch an.

Versuch Nº 30 Kan. 41

Zeit	Blut-P_H	Na %	Cl %
4. 8	7.81	0.713	0.362
4. 8	1 ccm. Urannitrat 0,25% subcutan		
7. 8	7.85		
9. 8	Kan. bekommt Eiweiss im Urin		
		0.690	0.370
10. 8	7.75	0.667	0.368
8. 20	2 gr. NH_4Cl per os auf 20 ccm H_2O		
8. 40	7.60	0.621	0.432
9. 20	7.65	0.690	0.397
10. 05	7.67		
11. —	7.63	0.644	0.444
11. 45	7.51		
14. 35	7.38, viel Eiweiss im Urin		
15. 30	7.38		
15. 50	7.38		
11. 8. 3 Uhr	7.46 Kan. stirbt	0.736	0.509

Urantier und Nierenextract.

Nierenextract scheint eine geringe Wirkung auf das Blut-P_H zu erzeugen.

Folgender Versuch diene zur Illustration.

Bei vorher mit 1 ccm. 0,25% Urannitrat subcutan behandelten Kaninchen werden nach 3 Tagen 16 Past. Nieren-Extract verabreicht. Der Urin ist eiweisshaltig.

Die Messung des Blut-P_H zeigt in den folgenden Stunden eine ganz minimale Erhöhung.

Versuch N° 31 Kan. 43

Datum	Zeit	Blut-P_H
21. 8	10. 20	7.88
	10. 25	1 ccm. Urannitrat 0,25% subcut.
		Eiweiss im Urin
24. 8	9. 30	7.74
	9. 55	15 Past. Nier. Extract
	10. 30	7.72
	11. —	7.81
	11. 15	7.81
	11. 45	7.79
	14. 15	7.79
	15. 45	7.69
	16. 30	7.79 Kan. stirbt.

Urantier und Harnstoff.

Das Tier bekommt am 29. 7 1 ccm. Urannitrat 0,25% Subcutan. injiziert. In den folgenden Tagen nach der Darreichung zeigen Blut-P_H keine nennenswerte Veränderung an, Na-ionen eine minimale Senkung.

Cl-ionen in den ersten 4 Tagen nach der Darreichung eine leichte Steigerung, am 6 Tage eine Senkung. Am 4. 8 wird 10 gr. Harnstoff auf 20 ccm. H_2O per os dem Tier verabreicht.

Die darauf folgenden Messungen ergeben:

Ziemlich tiefe Senkung des Blut-P_H und relativ grosse Steigerung des Na- wie auch der Cl-ionen.

Versuch N⁰ 32 Kan. 37

Datum	Zeit	Blut-PH	Na %	Cl %
29. 7		7.89	0.632	0.347
		Urannitrat 0.25% subcut.		
31. 7		7.89	0.621	0.362
2. 8		7.80		0.369
4. 8	8. 50	7.85	0.609	0.333
	9. 05	10 gr. Harnstoff auf 20 ccm. H_2O per os		
	9. 20	7.45	0.690	0.335
	9. 45	7.59		
	10. 50	7.54	0.690	0.440
	11. 15	7.45 Kan. stirbt, Blut aus dem Herzen (Mageninhalt sauer.)		

Bevor wir auf die Resultate der besprochenen Versuche zurückkommen wollen wir nicht verfehlen darauf hinzuweisen, dass Blum und sein Mitarbeiter Van Caulaert beim gesunden Menschen 3,30‰ Natrium im Blute, als Durchschnittswert festgestellt haben.

Bei normalen Kaninchen scheint das Na-Gehalt im Blute höher zu sein, als beim gesunden Menschen.

Der Durchschnittswert des Na-Gehalts im Blute bei unseren Kaninchen vor der Darreichung hat sich als 6,01‰ ergeben.

Im Folgenden wollen wir kurz die Resultate unserer Versuche zusammenfassen.

1. H_2O per os ruft beim Normaltier eine geringe Senkung des Blut-PH hervor, Na-ionen zeigen dabei eine leichte Steigerung. 45 Minuten nach der Eingabe ist das Maximum erreicht, und kann dann längere Zeit unverändert bleiben.

2. Alanin per os oder subcutan verabreicht erzeugt eine leichte Steigerung des Blut-PH. Nach 15 Minuten ist schon das Maximum erreicht, und nach 1 Stunde nähert sich die Zahl allmählich dem Ausgangspunkte.

3. 3 gr. NaCL auf 25 ccm. H_2O per os erzeugt beim Normaltier eine schwache Senkung des Blut-PH und eine beträchtliche Steigerung der Na- und Cl-ionen. Nach 15 Minuten wird das Maximum erreicht. Dauer der Wirkung ca 2 Stunden.

4. 3 ccm. $^1/_2$nHCl per os erzeugt am Normaltier eine mässig dauernde beträchtliche Senkung des Blut-PH. Das Maximum

ist nach 30 Minuten erreicht. Die Acidose dauert etwa 2 Stunden. Na-ionen zeigen keine nennenswerte Veränderungen, während Cl-ionen in die Höhe steigen.

5. Traubenzucker per os und subcutan erzeugen am Normaltier eine Senkung des Blut-PH, also eine Säuerung desselben. Die Wirkung kann stundenlang anhalten.

6. Natr. Carbonat steigert das Blut-PH. Natr. bicarbonat dagegen senkt das Blut-PH, steigert leicht die Cl-ionen und übt auf die Na-ionen keine nennenswerte Wirkung aus.

7. 3 gr. Na_2SO_4 auf 25 ccm. H_2O per os erzeugt eine mässige Senkung des Blut-PH, eine ganz geringe Steigerung der Natrium- und Chlor-ionen; 40 Minuten nach der Darreichung ist das Maximum erreicht. Die Wirkung klingt allmählich ab.

8. KCl am Normaltier erzeugt die gleiche Wirkung auf das Blut-PH, wie HCL d, h. eine beträchtliche Senkung des letzteren. Das Maximum ist nach 30 Minuten erreicht. Die Wirkung dauert ca 2 Stunden.

9. Ammoniumchlorid per os erzeugt eine beträchtliche Senkung des Blut-PH, eine erhebliche Steigerung der Natrium und Chlor-ionen. Die Wirkung kann stundenlang andauern.

10. Harnstoff am Normaltier erzeugt eine relativ langdauernde Senkung des Blut-PH, eine geringe Steigerung der Na- und Cl-ionen. Nach 2 St. 30 Minuten ist erst das Maximum erreicht. Die Wirkung ist von langer Dauer. Nach 6 Stunden ist der Ausgangspunkt noch nicht erreicht.

11. Prim. Natr. Phosphat bewirkt eine mässige Senkung des Blut-PH. Das Maximum ist nach 15 Minuten erreicht. Die Wirkung kann Stundenlang dauern.

12. Sec. Natr. Phosphat erzeugt eine mässige Erhöhung des Blut-PH und eine beträchtliche Senkung der Na-ionen. 2 Stunden nach der Darreichung wird erst das Maximum erreicht; das Blut nähert sich dann schnell dem Ausgangspunkte zu.

13. Trockenfutter längere Zeit verabreicht erzeugt eine leichte Senkung des Blut-PH.

14. Kaninchen, die zuerst mit Trockenfutter und daraufhin mit Grünfutter ernährt werden, zeigen im ersten Falle eine Senkung des Blut-PH in letzterem eine Steigerung desselben.

15. Mit Kaliumchromat oder mit Urannitrat nephritisch gemachten Tiere reagieren auf Darreichung von NH_4CL mit ei-

ner stärkeren Acidose als Normaltiere, sie zeigen ebenfalls ein beträchtlicheres Ansteigen der Natrium-ionen im Blute.

16. Nierenkranke Kaninchen zeigen nach Harnstoffütterung ein Sinken des Blut-P_H eine sehr starke Steigerung des Na- und CL-ionen Gehaltes im Blute.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Gigon, für die gütige Ueberlassung des Themas und die freundlichen Ratschläge meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Rudolf Schaefer und **Franz Schmidt**. Die Chinhydonelektrode bei Klinischen P_H Messungen. Biochemische Zeitschrift Bd. 156, Jahrgang 1925 Seite 63-

Ernst Tschopp. Mikromethoden zur Bestimmung von Natrium (12. X. 25) Helvetica Chimica Acta Vol. 8 Fasciculus Sectus.

Leonor Michaelis. Die Wasserstoff-ionen-konzentration. Berlin Verlag von Julius Springer 1914.

Gigon und Wilh. Brauch. Aufbau der Kohlenhydrate im Organismus. Zeitschrift f. die gesamte Experiment. Medizin. Sonderdruck aus Band IV Heft 4/6.

Gigon. Die Kohlenhydrate des Blutes und ihre Verarbeitung im Organismusr Sonderdruck aus Ergebnisse der Physiologie. herausgegeben von L. Ashe. und K. Spiro, XXIV, Band. Verlag von J. F. Bergmann, München, 1925

Léon Blum et Van Caulaert. Le mécanisme de la rétention chlorurée sèche Le Chlore. Extrait des comptes rendusdes séances de la société de Biologie Strasbourg. (Séance du 10 juillet 1925 Tome XCIII, page 692).

Léon Blum et Van Caulaert. Le mécanisme de la rétention chlorurée sèche. Le Sodium et l'eau. Extrait des comptes rendus des séances de la société de Biologie de Strasbourg (Séance du 10 Juillet 1925 Tome XCLII, page 694.

Léon Blum et Van Caulaert. La rétention chlorurée hydropigène. Extrait des comptes rendus des séances de la société de Biologie Strasbourg. (Séance du 10 juillet 1925 Tomme XCIII, page 285.

Léon Blum, M. Delaville et Van Caulaert. Sur les rapports entre le chlore, le sodium et l'eau. Extrait des comptes rendus des séances de la société de Biologie Strasbsurg. (Séance du 10 juillet 1925 Tome XCIII, page 287).